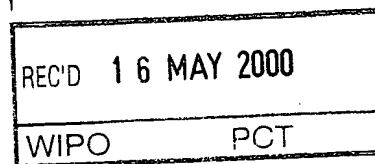


09/914417



PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Bescheinigung

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung
unter der Bezeichnung

"Nichtlineare Echokompensation bei DMT-Systemen"

am 1. März 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole
H 04 B, H 04 M und H 04 L der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 26. April 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Ozierzon

Aktenzeichen: 199 08 814.4

~~The~~ Page Blank (uspto)

199 088 14,4 vom 1.3.99



1

Beschreibung

Nichtlineare Echokompensation bei DMT-Systemen

5 Die Erfindung betrifft die Echokompensation bei DMT-System
(DMT = Discrete Multitone) und insbesondere betrifft die Er-
findung die Dämpfung von nichtlinearen Echosignalen bei
Schaltungsanordnungen zur Zweidraht-Vierdraht-Umsetzung mit
DMT.

10

US 5,317,596 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung
zur Echokompensation bei einem mit diskreter Multiton-
modulation erzeugten Signal. Bekannterweise ist eine
Vollduplex-Datenübertragung die gleichzeitige Übertragung von
15 Daten in zwei entgegengesetzten Richtungen mit teilweise
überlappenden Frequenzbändern. Ein Echo tritt dabei durch das
Übertreten eines zu übertragenden Signals in den am gleichen
Ort befindlichen Empfänger auf, wodurch ein von der
Gegenseite empfangenes Signal überlagert und verfälscht wird.
20 Beispielsweise tritt ein Echo in einem Telefonnetzwerk auf,
wenn das von einem Nutzer transmittierte Signal durch die
Hybridschaltung in den Empfänger des Nutzers durchtritt.
Diese Hybridschaltung kann auch als Echokanal bezeichnet
werden. Ein solcher Echokanal kann durch eine endliche Anzahl
von Parametern modelliert werden. Ein Echo-Kompensator
5 schätzt daher zuerst die Parameter und faltet dann linear die
Schätzung mit dem übertragenen Signal, wodurch das Echo emu-
liert wird. Das so erhaltene emulierte Echosignal wird dann
von dem empfangenen Signal subtrahiert, wodurch sich im Ide-
30 allfall das reine Signal ergibt.

Echo tritt hauptsächlich wegen nicht genau angepaßter Impe-
danzen an den Hybrid-Verbindern auf. Da die Impedanzen der
Übertragungsleitungen zeitabhängig und leitungsabhängig sind,
35 muß der Echo-Kompensator adaptiv sein. Ferner kann eine Echo-
Kompensation sowohl im Zeit- als auch im Frequenzbereich
eines Signals durchgeführt werden.

Bei einer Multiträgermodulation werden die zu übertragenden Daten übertragen, in dem die zu übertragenden binären digitalen Daten zuerst in Unterblöcke angeordnet werden. Diese Unterblöcke werden dann zu Blöcken fester Länge zusammengesetzt, die dann jeweils auf einem Träger aufmoduliert und übertragen werden. Die diskrete Multitonenmodulation ist eine Form der Multiträgermodulation, die bei der digitalen Signalverarbeitung verwendet wird, wobei ein IFFT/FFT-Paar als Modulations/Demodulationsvektor eingesetzt wird.

In der genannten US-Patentschrift wird die Echo-Kompensation sowohl in Zeit- als auch Frequenzbereich eines Signals vorgenommen. Nachteilig ist, daß nur eine lineare Echokompensation vorgenommen wird, so daß eine vollständige Echo-Kompensation nicht erreicht wird.

Ferner sind Verfahren bekannt, bei denen die Kompensation des nichtlinearen Echosignals im Zeitbereich und die Dämpfung des linearen Echosignals vorzugsweise im Frequenzbereich erfolgt. Dadurch ergeben sich Schwierigkeiten bei der Adaption durch langsames Einschwingen und Konvergenzprobleme.

Ferner beschreibt WO 98/32241 eine Schaltungsanordnung zur Zweidraht-Vierdrahtumsetzung, worin digitale Signale eines digitalen Empfangswegs umgewandelt und über einen Hybrid auf einen analogen Sende-Empfangsweg eingekoppelt und analoge Signale des analogen Sende-Empfangswegs digitalisiert und auf einen digitalen Sendeweg eingekoppelt werden, wobei eine Echounterdrückung zwischen dem digitalen Sende- und Empfangsweg geschaltet ist. Dabei wird mittels eines Echoschätzfilters adaptiv das Verhalten der Hybridschaltung und des analogen Sende-Empfangswegs angenähert. Dabei erfolgt die Echokompensation sowohl im Frequenz- als auch im Zeitbereich der Signale, was Schwierigkeiten bei der Adaption hervorruft.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine wirkungsvolle Echokompensation bei Systemen mit Multiträgermodulation mit orthogonalen Teilkanälen zu entwickeln.

5 Die Aufgabe wird durch die Merkmale der Vorrichtung nach Anspruch 1 und des Verfahrens nach Anspruch 9 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

10 Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren und Vorrichtung zur Dämpfung von nichtlinearen Echosignalen bei einer Schaltungsanordnung zur Zweidraht-Vierdraht-Umsetzung bei Multiträgermodulation mit orthogonalen Teilkanälen, beispielsweise
"Discrete Multitone Modulation (DMT)", "Orthogonal Frequency
15 Division Multiplex" (OFDM) oder "Discrete Wavelet Multitone" (DWT), erfolgt die Modellbildung der Nichtlinearitäten im Frequenzbereich eines Signals, während die nichtlineare Echokompensation im Zeitbereich des Signals erfolgt.

20 Zur Adaption der nichtlinearen Modellbildung wird ein Pilotton verwendet. Die Nichtlinearitäten des Übertragungssystem, insbesondere des Leitungstreibers, verursachen Harmonische, d.h. es treten Frequenzen bei den geradzahigen Vielfachen der Grundfrequenz auf. Weiter wird diese Grundfrequenz in Betrag und Phase über den linearen Echopfad verändert.

Im Frequenzbereich des Signals setzt sich die Modellbildung von Nichtlinearitäten aus einem linearen Teil und einem nichtlinearen Teil zusammen, wobei der lineare Teil, da nur
30 der Pilotton verwendet wird, sich auf komplexe Zahl a_1 (Betrag und Phase) reduziert, bzw. da zwei lineare Modelle notwendig sind, auf zwei komplexe Zahlen a_1 und a_2 . Das nichtlineare Modell wird durch die Abhängigkeit von Grundwelle zu den jeweiligen Oberwellen beschrieben.

35

Die Adaption erfolgt über ein Fehlersignal, das sich aus der Differenz aus dem empfangenen Signal und dem geschätzten Echo

zusammensetzt. Dabei wird zuerst das lineare Modell und dann das nichtlineare Modell adaptiert. Das nichtlineare Modell kann durch eine Taylorreihe angenähert werden. Dabei wird vorzugsweise die Taylorreihe nach dem quadratischen Glied abgebrochen.

Die Koeffizienten des nichtlinearen Modells werden dann in das nichtlineare Zeitmodell transferiert.

Fig. 1 zeigt ein Schaltschema einer Echokompensation gemäß der Erfindung.

Über einen digitalen Empfangsweg 1 gelangt das Signal über eine IFFT 4 (Inverse Fast Fourier Transformation), einen D/A-Wandler 5, einen Filter 6, einen Leitungstreiber 7 in den Hybrid oder Echopfad 8 und auf einen analogen Sende/Empfangsweg 3. Ein empfangenes analoges Signal gelangt über einen Filter 9, einen A/D-Wandler 10, eine FFT 11 (Fast Fourier Transformation) auf den digitalen Sendeweg 2.

Im Echopfad oder Hybriden 8 gelangt ein Echo des digitalen Sendesignals in den Empfangsweg des digitalen Sendesignal, addiert sich auf das analoge Empfangssignal und führt daher zu Störungen.

Zur Kompensation des Echosignals ist im Zeitbereich, d.h. nach der IFFT 4 bzw. vor der FFT 11, der Schaltungsanordnung ein nichtlinearer Echokompensator 12 vorgesehen, der aus einem ersten Filter 13, einer nichtlinearen Einheit 14 und einem zweiten Filter 15 besteht. Ferner weist der nichtlineare Echokompensator 12 einen Addierer 16 auf, in dem das Signal nach den ersten Filter 13 von dem Signal nach der nichtlinearen Einheit 14 subtrahiert wird. Das Kompensationssignal, d.h. das geschätzte Echo, wird von dem analogen Signal bestehend aus dem Empfangssignal und dem Echo in einem weiteren Addierer 17 subtrahiert.

Ferner weist die Schaltung einen linearen Echokompensator 18 im Frequenzbereich, d.h. vor der IFFT 4 bzw. nach der FFT 11, auf, dessen geschätztes Echosignal in einem Addierer 19 von dem digitalisierten Signal bestehend aus dem Empfangssignal
5 ohne den nichtlineare Echoanteil subtrahiert wird.

Zur Adaption des nichtlinearen Echokompensator 12 weist die Schaltung eine Vorrichtung 20 zur Adaption der Nichtlinearitäten auf, die aus einem ersten linearen Modell 21, einem
10 nichtlinearen Modell 22 und einem zweiten linearen Modell 23 besteht, wobei der Vorrichtung 20 der Pilotton zugeführt wird. Die Adaption des ersten und zweiten linearen Modells 21, 23 erfolgt über ein Fehlersignal, das in einem Addierer 24 aus dem geschätzten Echo und dem Empfangssignal mit dem
15 linearen Echoanteil zusammensetzt. Die Adaption des nichtlinearen Modells erfolgt über ein Fehlersignal, das in einem weiteren Addierer 25 aus dem geschätzten Echo und dem Empfangssignal zusammensetzt. Die Koeffizienten des nichtlinearen Modells 14 werden in die nichtlineare Einheit 14 des
20 nichtlinearen Echokompensators 12 transferiert.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Zweidraht-Vierdraht-Umsetzung bei einem DMT-System, die mit einem digitalen Empfangsweg
5 (1), einem digitalen Sendeweg (2) sowie einem analogen Sende-
Empfangsweg (3) verbunden ist und die eine nichtlineare Echo-
kompensation (12) im Zeitbereich aufweist,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Anordnung eine Vorrichtung (20) zur Adaption der Nichtli-
10 nearitäten im Frequenzbereich aufweist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Vorrichtung (20) zur Adaption der
Nichtlinearitäten ein erstes lineares Modell (21), ein nicht-
15 lineares Modell (22) sowie ein zweites lineares Modell (23)
aufweist.
3. Schaltungsanordnung nach einem der vorangegangenen An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrich-
20 tung (20) zur Adaption der Nichtlinearitäten die Adaption
mittels eines Pilottons durchführt.
4. Schaltungsanordnung nach einem der vorangegangenen An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die in der
25 Vorrichtung (20) zur Adaption der Nichtlinearitäten
ermittelten Koeffizienten in die nichtlineare
Echokompensation (12) transferiert werden.
5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 - 4,
30 dadurch gekennzeichnet, daß das erste lineare Mo-
dell (21) und das zweite lineare Modell (23) der Vorrichtung
(20) zur Adaption der Nichtlinearitäten jeweils durch eine
komplexe Zahl gebildet werden.
- 35 6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 - 5,
dadurch gekennzeichnet, daß das nichtlineare Modell

(22) der Vorrichtung (20) zur Adaption der Nichtlinearitäten durch eine Taylorreihe gebildet wird.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Taylorreihe des nichtlinearen Modells (22) bis zum quadratischen Glied berechnet wird.

8. Schaltungsanordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorrichtung (20) eine lineare Echokompensation (18) im Frequenzbereich parallel geschaltet ist.

9. Verfahren zur Dämpfung von nichtlinearen Echosignalen bei einer Schaltungsanordnung zur Zweidraht-Vierdraht-Umsetzung eines mit Multiträgermodulation mit orthogonalen Teilkanälen erzeugten Signals dadurch gekennzeichnet, daß die Modellbildung der Nichtlinearitäten im Frequenzbereich des Signals erfolgt, während die nichtlineare Echokompensation im Zeitbereich des Signals erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Modellbildung der Nichtlinearitäten unter Verwendung eines Pilottons erfolgt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Nichtlinearitäten durch eine Taylorreihe abgebildet werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Taylorreihe nach dem quadratischen Glied abgebrochen wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 - 13, dadurch gekennzeichnet, daß die durch die nichtlineare Modellbildung ermittelten Koeffizienten zur Berechnung der nichtlinearen Echokompensation verwendet werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 - 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren eine lineare Echo-kompensation im Frequenzbereich des Signals durchführt.

Zusammenfassung

Nichtlineare Echokompensation bei DMT-Systemen

- 5 Eine Schaltungsanordnung zur Zweidraht-Vierdraht-Umsetzung
bei einem DMT-System, die mit einem digitalen Empfangsweg,
einem digitalen Sendeweg sowie einem analogen Sende-Empfangs-
weg verbunden ist und die eine nichtlineare Echokompensation
im Zeitbereich eines Signals sowie eine lineare
10 Echokompensation im Frequenzbereich des Signals aufweist,
umfaßt ferner eine Vorrichtung zur Adaption der
Nichtlinearitäten im Frequenzbereich.

Fig. 1

Fig 1

